

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Dispoziční řešení pracoviště řezání materiálů

**The Dispositional Solution of the Workplace of Material
Cutting**

Student: René Blejchař

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Šajdlerová Ivana, Ph.D.

Ostrava 2009

Zadání bakalářské práce

Student: **René Blejchař**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2303R002 Strojírenská technologie**
Specializace: **70 Strojírenská technologie**
Téma: **Dispoziční řešení pracoviště řezání materiálů**
The Dispositional Solution of the Workplace of Material Cutting

Zásady pro vypracování:

1. Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu z hlediska technologie, sortimentu, kapacit, objektivit vstupních informací.
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků na výrobní proces.
4. Vlastní návrh technologické dispozice.
5. Zhodnocení navrženého řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 21. 10. 2006 [cit. 2007-10-19]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/jiripetruzelka/Texty/Jak%20psat.pdf>>.
- BASL, J., TŮMA, M., GLASL, V. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. Plzeň: ZÚ v Plzni, 2002. 140 s. ISBN 80-7082-936-2
- HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno: CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
- LÍBAL, V. A KOL. *Organizace a řízení výroby*. 7. vyd. Praha: SNTL 1989. 559s.
- TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing spol. s r.o. 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 06.10.2008

Datum odevzdání: 22.05.2009



prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že:

- byl jsem seznámen s tím, že na mojí bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst.3);
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněná v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

Anotace bakalářské práce

BLEJCHAŘ, R. Dispoziční řešení pracoviště řezání materiálů. Ostrava: katedra mechanické technologie, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2009, 50 s. Bakalářská práce, vedoucí Ing. Šajdlerová, I., Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá návrhem dispozičního řešení pracoviště pro řezání materiálů. Cílem této práce výběr nového stroje a následné umístění strojů do stávající haly. Nový stroj byl vybrán pomocí vícekritériální metody. Dispoziční řešení bylo navrženo s ohledem na stávající stav. V závěru byl zhodnocen přínos navržené varianty.

Annotations thesis

BLEJCHAŘ, R. The Dispositional Solution of the Workplace of Material Cutting. Ostrava: Department of Mechanical Engineering Technology, Faculty of Mechanical Engineering VŠB-Technical University of Ostrava, 2009, 50 p. Bachelor's thesis, head: Ing. Šajdlerová, I., Ph.D.

Bachelor thesis deals with design of dispositional solution of the workplace of material cutting. Main aim of this thesis is specification of new machine and its location in material cutting hall respectively. The dispositional solution was designed on the base of actual state. Benefit of specified variant was discussed in the conclusion.

Obsah

Seznam použitého značení.....	8
Seznam použitých zkratk.....	9
Úvod	10
1 Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.	11
2 Analýza současného stavu z hlediska technologie, sortimentu, kapacit, objektivitu vstupních informací.....	14
2.1 Popis společnosti	14
2.2 Analýza výrobního programu	17
2.2.1 Středně těžké ocelové konstrukce	17
2.2.2 Technologické a ostatní ocelové konstrukce	18
2.2.3 Celkový výrobní program	19
2.3 Současná situace na pracovišti dělení materiálu	20
2.4 Analýza strojního vybavení	21
2.4.1 Zmetkovitost.....	21
2.4.2 Porovnání průběžných dob výroby.....	24
2.4.3 Kapacita pracoviště.....	26
3 Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků na výrobní proces.	28
3.1 Vyhodnocení analýzy	28
3.2 Důvody modernizace.....	29
3.3 Požadavky na nové zařízení	31
3.3.1 Stručný popis strojů	31
3.3.2 Nabídka 1	32
3.3.3 Nabídka 2	34
3.3.4 Nabídka 3	36
3.3.5 Shrnutí základních parametrů	38
3.4 Vyhodnocení variant vícekritériálním hodnocením	39
3.4.1 Výběr kritérií pro srovnání variant	39
3.4.2 Trojúhelníková tabulka párů.....	39
3.4.3 Vícekritériální rozhodování bazickou metodou.....	42
3.5 Návratnost investice	44
4 Vlastní návrh technologické dispozice.	45
5 Zhodnocení navrženého řešení.	47
Závěr.....	48
Seznam použité literatury	49
Seznam příloh.....	50

Seznam použitého značení

A	počet dnů sobot a nedělí	[<i>dný</i>]
B	počet dnů placených svátků	[<i>dný</i>]
B_j	koeficient významnosti jednotlivých kritérií	[-]
C	počet dnů dovolené	[<i>dný</i>]
D_r	počet dnů v roce	[<i>dný</i>]
E_{de}	efektivní časový fond dělníka	[<i>hod/rok</i>]
E_{se}	kapacita pracoviště na jednu směnu	[<i>hod/rok</i>]
G	počet dnů pracovní neschopnosti a obecných překážek v práci	[<i>dný</i>]
g	počet vzájemně zaměnitelných pracovišť	[-]
h	počet pracovních hodin za směnu	[<i>hodiny</i>]
h_{bj}	hodnota kritéria fiktivní varianty	[-]
h_{ij}	hodnota i -te varianty j -tého kritéria	[-]
J	jednorázový náklad	[<i>Kč</i>]
m	počet vybraných kritérií	[-]
m_{pr}	hmotnost profilů na sledovaném rozpisu	[<i>t</i>]
m_p	hmotnost zpracovávaných profilů za rok	[<i>t</i>]
m_v	hmotnost výrobního představitele	[<i>t</i>]
N	počet kombinací trojúhelníkové tabulky párů	[-]
N_1	roční náklady na výchozí stav	[<i>Kč</i>]
N_2	roční náklady navrhovaného stavu	[<i>Kč</i>]
N_h	celkové náklady (mzdové a režijní) na hodinu práce	[<i>Kč</i>]
N_{opr}	finanční roční náklady na opravy zmetku	[<i>Kč</i>]
n	počet vyráběných součástí	[<i>ks</i>]
P	kapacitní vytížení strojů	[<i>%</i>]
p	počet expertů	[-]
$p_{\bar{r}}$	celkový počet řezu	[-]
p_z	procento zmetků	[<i>%</i>]
p_{lt}	počet řezů na jednu tunu zpracovávaných profilů	[-]

S_s	zvolená směnnost	[směna]
s	směnnost pracoviště	[směna]
Tn	doba návratnosti investice	[rok]
Tn_1	dobu návratnosti investice s generální opravou	[rok]
t_{opr}	průměrný čas potřebný na opravu zmetku	[min]
t_1	průběžná doba výroby původní technologií	[min]
t_2	průběžná doba výroby předpokládanou technologií	[min]
x	počet variant	[-]
z	počet % nevyhnutelných časových ztrát	[%]
z_{ij}	porovnání variant s variantou bazickou pro kritéria typu náklady	[-]
φ_{opr}	opravný součinitel zahrnující různorodost konstrukcí	[-]
γ_{kj}	počet bodů přiřazených k -tým expertem j -tému kritériu	[-]

Seznam použitých zkratk

CNC	číslicové řízení počítačem
DIN	německá norma
HEA	válcovaný profil typu H
HEB	válcovaný profil typu H
I	válcovaný profil typu I
IPE	válcovaný profil typu I
L	válcovaný profil typu L
SLV	název inspekčního orgánu
T	válcovaný profil typu T
TÜV	název inspekčního orgánu
U	válcovaný profil typu U
UPE	válcovaný profil typu U

Úvod

Kvalitní organizace a řízení výroby je jednou z podstatných stránek konkurence schopného podniku. V dnešním globálním světě je konkurence hlavním hnacím motorem při zvyšování kvality výrobků a snižování cen.

Jedna z možností jak dosáhnout kvalitní a přitom levné produkce výrobků je pravidelná modernizace výrobních zařízení. Tato modernizace podstatně zkracuje dobu výroby a dobu přípravy výroby. Ušetřený výrobní čas má pak výrazně pozitivní dopad na ekonomickou bilanci výroby. Tato ekonomická bilance se pak kladně odráží na možnosti snižování ceny výrobku. Tímto snížením ceny se firma stává konkurenceschopnější a zároveň se zvyšuje šance na získání většího objemu zakázek.

Modernizace strojního parku by měla být prováděna pokud možno systematicky a také po důkladném zhodnocení všech faktorů, které ovlivňují technicko-ekonomickou úroveň výroby.

Tato bakalářská práce je primárně zaměřena na návrh strojního zařízení a umístění tohoto zařízení do stávající budovy. Tento návrh bude proveden na základě hlubší analýzy výrobního programu firmy, kapacit a současného stavu pracovišti pro dělení materiálu. Návrh bude zhodnocen s ohledem na základní technická a ekonomická kritéria.

1 Obecná charakteristika řešené problematiky. Základní pojmy.

Ve své práci se budu zabývat návrhem strojního vybavení pracoviště na dělení materiálu a následným umístěním navrženého vybavení do stávající haly. Tento návrh provedu z hlediska ekonomického tak i technického. Proto jsem na počátek uvedl některé pojmy, která jsou s tímto tématem spjatá.

Investiční činnost

Investiční činnost je proces, při kterém jsou vynakládány ekonomické zdroje. Cílem investiční činnosti je získání užitku v delším časovém období. Při investování je nutné velké množství pravdivých informací, na jejichž základě by mělo být investování prováděno. Je zároveň spojeno s velkou odpovědností a rizikem. [9]

Druhy investic

- hmotné (fyzické, kapitálové) - rozšiřují výrobní kapacitu podniku
- finanční - nákup cenných papírů, obligací, akcií apod.
- nemateriální (nehmotné) - software, výzkum, know-how. [9]

Rozhodování

Rozhodování je proces, při němž po získání potřebných informací dochází k jejich analýze, zpracování, posouzení a řešení problému tak, aby výsledkem bylo rozhodnutí jež dosáhne vytýčeného cíle nejvhodnější cestou. Rozhodování je průběžnou funkcí řízení, která se uskutečňuje v rámci různých základních fází řídicího procesu a v různých funkcích řízení. [4]

Technologické projektování

Technologické projektování má především za úkol zpracování variant technologií výroby a montáže strojních součástí a technicko-organizačních variant uspořádání výrobních systémů s ohledem na nejvhodnější využití všech hmotných zdrojů, prostředků a pracovních sil, které ovlivňují efektivnost a produktivitu výrobního procesu. Při vhodném řešení musí být dosaženo hospodárné, efektivní a produktivní výroby. [3]

Výroba

Výroba je souhrn činností při nichž dochází k přetváření vstupních zdrojů na věcné výkony či služby. Výroba musí být uskutečňována plánovaně s ohledem na optimální využití všech zdrojů. [3]

Typ výroby

Výroba je primárně rozdělována dle množství a počtu druhu vyráběných výrobků na tyto základní druhy: [4]

- Výrobu kusová.
- Výrobu sériová.
- Výrobu hromadná.

Kusová výroba

Při kusové výrobě se vyrábí velký počet různých druhů výrobků v jednotlivých kusech, nebo v malých sériích. Minimální opakovatelnost výroby stejných druhů výrobků si vyžaduje velkou univerzálnost strojů a vysokou odbornou způsobilost pracovníků. U kusové výroby nelze využít jednoúčelových strojů. [4]

Sériová výroba

Sériová výroba je typická výrobou malých až středních sérií výrobků stejného druhu. Opakovatelnost výroby umožňuje zavádět specializovaná pracoviště, takže se kromě univerzálních strojů používají i stroje specializované. [4]

Hromadná výroba

Hromadná výroba je zaměřena na výrobou jen jednoho nebo několika málo druhů výrobků s velkou opakovatelností-produkce. Jsou zde využívány jednoúčelové stroje velké výkonnosti, jednotlivá pracoviště jsou úzce specializovaná. Pracovníci obvykle nemusí mít tak vysokou kvalifikaci jako pracovníci v kusové nebo sériové výrobě. Hromadná výroba je nejefektivnější typ výroby. [4]

Typy prostorových struktur

Prostorové struktury výrobního systému vymezují vztahy mezi jednotlivými částmi systému především z hlediska:

- Forem uspořádání výrobních zařízení (strojů).
- Rozmístění strojů, technologických a pracovních míst nebo provozů ve vymezeném prostoru.
- Relativního rozdělení výrobních, pomocných, obslužných a ostatních ploch pro racionální výrobní proces.

Základní rozdělení uspořádání prostorových struktur:

- Technologickou – seskupení strojů a zařízení podle shodných technologií (profesí).
- Předmětnou – seskupení strojů a zařízení podle výrobních požadavků určité součásti nebo souboru součástí. [3]

V mém případě se jedná o uspořádání technologické, protože jednotlivé haly jsou vybaveny podle toho co se v nich zpracovává.

Průběžná doba výroby

Průběžná doba výroby je časový úsek mezi počátkem a konečným výstupem z výroby. Zahrnuje veškerou dobu pracovních procesů, včetně manipulace mezi nimi, bez ohledu na poruchy. [1]

Kapacita

Kapacita charakterizuje objem výroby výrobní jednotky v určitém časovém úseku. Pomocí kapacity lze stanovit vytíženost strojů nebo jejich počet. [1]

Materiálový tok

Materiálový tok je řízený pohyb materiálu (surovin, rozpracovaných dílů, výrobků, subdodávek, pomocných materiálů a odpadu), spojující jednotlivé výrobní operace nebo výrobní fáze. [3]

2 Analýza současného stavu z hlediska technologie, sortimentu, kapacit, objektivit vstupních informací.

2.1 Popis společnosti

Společnost FERRMON, spol. s r.o., byla založena v roce 1991 jako firma zabývající se výrobou a montáží ocelových konstrukcí. Výrobním programem se řadí mezi výrobce středně těžkých ocelových konstrukcí. Ve čtyřech výrobních halách vyrábí průměrně 350 t ocelové konstrukce měsíčně. Společnost je evidována krajským obchodním soudem v Ostravě. [8]

V roce 2006 vedení společnosti investovalo do výstavby nové haly přípravy a současně do přestavby původní haly přípravy výroby na lakovnu. Tímto krokem se podařilo zajistit, že firma je schopna nabídnout tzv. – komplexní výrobek.

Struktura organizace společnosti je funkcionální, jednotlivé organizační jednotky (např. – výroba, povrchová ochrana, montáž a další) jsou tvořeny podle základních funkcí. Schéma organizační struktury je uvedeno v příloze č. 1.

Předmětem podnikání je:

- Provádění staveb včetně jejich změn, udržovacích prací a jejich odstraňování. Je doloženo živnostenským listem vydaným Okresním živnostenským úřadem Frýdek – Místek pod evidenčním číslem 38 0201-327-00 a č. j. 97/1/3284/B
- Koupě zboží za účelem jeho dalšího prodeje

Společnost je držitelem následujících certifikátů a oprávnění:

- ČSN EN ISO 9001:2001 a ČSN EN ISO 3834-2, vydal STAVCERT Praha
- ČSN EN ISO 14001:2005, vydal STAVCERT Praha
- ČSN 732601 Z2:1996, vydal STAVCERT Praha
- ČSN 732601 Z2:1996 s rozšířením, vydal TÜV CZ a ČD
- DIN 18800-7 Klasse E, vydal SLV-Berlín-Brandenburg

Výroba ocelových konstrukcí je prováděna ve třech halách, z toho dvě haly se zabývají přípravou výroby a jedna samotnou výrobou a svařováním. Jak již bylo zmíněno povrchová ochrana je prováděna v hale lakovny.

Haly jsou vybaveny účelově dle činností, které mají technologickou návaznost. Výrobu společnosti lze řadit mezi kusovou až malosériovou.

V hale přípravy I se na pracovních roštích provádí rýsování válcovaných profilů. Pro vrtání těchto profilů a plechů nad 20 mm jsou zde osazeny dvě sloupové vrtačky. Mezi další strojní vybavení této haly patří dva soustruhy, dvě frézky a průběžný tryskací stroj. Dopravu materiálu zde zajišťují dva mostové jeřáby o nosnosti 8 t.

K dělení a rýsování plechů dochází v hale přípravy II. Hala je vybavena třemi mostovými jeřáby o nosnosti 5 t. K dělení tvarových plechů jsou používány dva CNC pálicí stroje, jeden pálicí směsí zemního plynu a kyslíku pro plechy tloušťky od 5 mm do 100 mm, a jeden plazmový pro plechy tloušťky od 0,5 mm do 12 mm. Vstupním materiálem pro výpalky na těchto strojích jsou plechy do maximálního rozměru 3x13 m a do maximální váhy 5 t dané nosností jeřábu obsluhujícího tyto stroje. Pro dělení netvarových plechů jsou využívány strojní nůžky s délkou nožů 3 m a maximální stříhanou tloušťkou 12 mm pro plechy běžných jakostí. Děrování plechů tloušťky do 20 mm je prováděno na moderním CNC stroji s maximálním průměrem díry od 10 mm do 48 mm s možností oválné drážky nebo tvarové díry. Hala je dále osazena zařízením pro zakružování plechů až 3 m širokých s minimálním průměrem 350 mm do tloušťky 24 mm a ohraňovacím lisem pro ohýbání plechů do 4 m a 12 mm tloušťky.

Válcované profily se dělí na samostatném pracovišti, které je vybaveno jednou pásovou a jednou kotoučovou pilou. K pracovišti je materiál dopravován mostovým jeřábem s nosností 5 t.

V hale pro výrobu dochází k finálnímu sestavení výrobku zámečníky a následnému svaření. Svařování je prováděno ručně, na svařovacích automatech a poloautomatech v ochranné atmosféře směsných plynů a pod tavidlem. Sestavování a svařování se realizuje na pracovních roštích, kterými je tato hala vybavena. Transport materiálů, polotovarů a výrobků zde zabezpečují dva jeřáby o nosnosti 12,5 t a jeden o nosnosti 8 t.

Hala lakovny kam jsou dopravovány již kompletně sestavené a svařené dílce je plně klimatizována a je vybavena dvěma jeřáby o nosnosti 5 t. Je zde možno mimo jiné nanášet syntetické, epoxidové nebo protipožární nátěrové systémy. V hale je umístěn v samostatném boxu o rozměrech 16,5 x 6 x 4 m také ruční tryskač stroj pro výrobky větších rozměrů, které nelze tryskat v průběžném tryskačím stroji. Mezi vybavení haly patří také moderní vysoce výkonné odsávací a filtrační zařízení. V odděleném prostoru je umístěn slad barev, příprava barev a kompresorovna.

Mezi halami a venkovními sklady je přeprava výrobků a materiálu realizována portálovým jeřábem o nosnosti 10 t a elektrickými kolejovými vozíky pohybujícími se po kolejových trasách, které jednotlivé haly spojují.

Dopravně situační plán včetně rozložení strojního vybavení jednotlivých hal je uveden v příloze č. 2.

Ukázky ocelových konstrukcí vyrobených FERRMON, spol. s r.o. jsou uvedeny v příloze č. 3.



Obr. 1 Výrobní prostory FERRMON, spol. s r.o.

2.2 Analýza výrobního programu

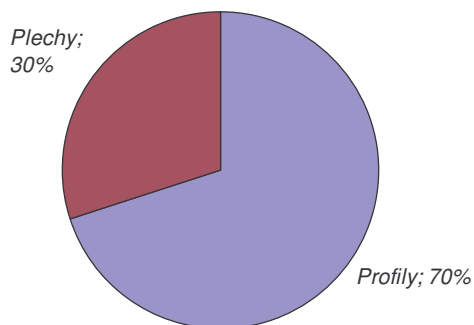
Výrobní program společnosti FERRMON, spol. s r.o. jsem rozdělil na dvě základní části. První hlavní část výrobního programu společnosti zahrnuje středně těžké ocelové konstrukce. Do druhé jsem zařadil konstrukce technologické. Je těžké odhadnout výrobní program následujících let, proto jsem analyzoval rok 2008.

2.2.1 Středně těžké ocelové konstrukce

Náplní tohoto programu jsou stavební ocelové konstrukce budov např. výrobních hal, logistických center a nákupních zón. Z hlediska spotřeby materiálu je nutno tuto kategorii ocelových konstrukcí rozčlenit na dva typy.

Typ 1 jsou ocelové konstrukce, kde je podstatná většina dílců vyrobena z profilového materiálu. Využití plechových položek je zde většinou jen pro patní, čelní desky a pro styčnickové přípoje. Mezi nejvíce používané profily patří U, UPE, I, IPE, HEA, HEB, L, tyče ploché a kruhové, trubky kruhové, čtvercové, obdélníkové. Podíl profilů a plechů pro typ 1 je vyjádřen v grafu 1.

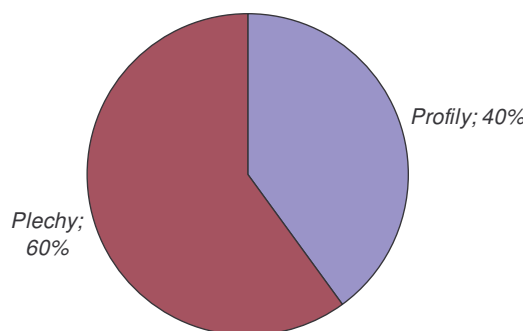
Ocelová konstrukce typ 1



Graf 1 Podíl materiálů pro typ 1

Typ 2 jsou ocelové konstrukce, kde jsou hlavní dílce skládány z plechových polotovarů. Profilový materiál je zde používán jen na sloupy a pomocné ztužující prvky. Podíl profilů a plechů pro typ 2 je vyjádřen v grafu 2.

Ocelová konstrukce typ 2



Graf 2 Podíl materiálů pro typ 2

Celkový přehled vyrobeného množství a rozdělení materiálu jsem shrnul v tabulce 1.

Tab. 1 Rekapitulace pro ocelové konstrukce

Typ konstrukce	Vyrobené množství [t]	Plechý %	Profily %	Plechý [t]	Profily [t]
1	1 660	30%	70%	498	1 162
2	1 400	60%	40%	840	560
Σ	3 060	-	-	1 338	1 722

2.2.2 Technologické a ostatní ocelové konstrukce

Tato část výrobního programu firmy FERRMON, spol. s r.o se skládá z výrobně obtížnějších celků, jako jsou cementová sila, řadové zásobníky kameniva a stacionární nebo mobilní betonárny. Jejich přehled je uveden v tabulce 2.

Tab. 2 Rekapitulace pro technologické konstrukce

Typ konstrukce	Vyrobené množství [t]	Plechý %	Profily %	Plechý [t]	Profily [t]
Cementová sila	240	80%	20%	192	48
Řad. zásobníky	300	60%	40%	180	120
Betonárny	250	50%	50%	125	125
Ostatní	300	50%	50%	150	150
Σ	1 090	-	-	647	443

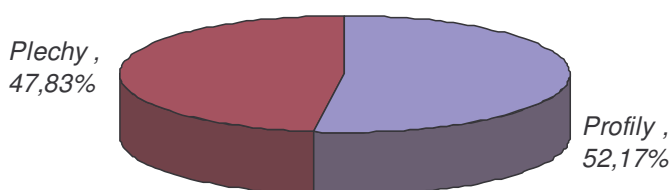
2.2.3 Celkový výrobní program

Shrnutím ocelových konstrukcí typu 1, typu 2 a technologických konstrukcí lze stanovit, že výrobní program společnosti je velmi různorodý. Skládá se jak z malých drobných součástí různých podsestav strojů a technologických zařízení přes středně až těžké ocelové konstrukce obytných a průmyslových objektů po technologicky složité konstrukce silničních a železničních mostů. Jak je patrné z tabulky 3 a grafu 3 ve výrobním programu mírně převažují profily nad plechy.

Tab. 3 Celkový podíl materiálu

Typ konstrukce	Vyrobené množství [t]	Plechy %	Profily %	Plechy [t]	Profily [t]
1	1 660	30%	70%	498	1 162
2	1 400	60%	40%	840	560
Cementová sila	240	80%	20%	192	48
Řad. zásobníky	300	60%	40%	180	120
Betonárny	250	50%	50%	125	125
Ostatní	300	50%	50%	150	150
Σ	4 150	-	-	1 985	2 165
\bar{X}	-	47,83%	52,17%	-	-

Celkový podíl materiálů



Graf 3 Celkový podíl materiálů

2.3 Současná situace na pracovišti dělení materiálu

Pracoviště dělení materiálu je řešeno jako průběžné. Jsou zde nainstalovány dvě pily. Jedna kotoučová 8G 661 ruské výroby, a jedna pásová PP301S výrobce TM Jesenice viz obrázek 2.

Parametry obou pil jsou uvedeny v přílohách č. 4 a č. 5.



Obr. 2 Kotoučová pila 8 G661 (vlevo), pásová pila PP301S (vpravo)

Válcované profily jsou dodávány na základě objednávky pracovníků technologie a zásobování bezprostředně před zahájením přípravy výroby. Materiál je skladován v blízkosti pracoviště pro jeho dělení v prostorech k tomu určených.

V případě zahájení přípravy výroby je podle rozpisu pro přípravu výroby požadovaný materiál dopraven mostovým jeřábem o nosnosti 5 t na nepoháněné válečkové dopravníky jednotlivých pil. Pomocí těchto dopravníků je daný materiál dopraven na pracovní stoly pil.

Ani jedna z pil není vybavena automatickým délkovým a úhlovým měřidlem. Proto musí pracovníci obsluhy pil po dopravení vstupního materiálu nejprve profil rýsovat, poté ustavit a upnout do svěráku. V případě řezání pod úhlem následuje ruční nastavení úhlu řezu na pile. Teprve poté může dojít k samotnému řezání.

Po ukončení procesu řezání dochází k výstupní kontrole, případné opravě zmetků a dopravě materiálu před budovu pracoviště. Z tohoto místa je materiál transportován k dalšímu zpracování, například k rýsování, vrtání a svařování.

2.4 Analýza strojního vybavení

2.4.1 Zmetkovitost

Z předchozího popisu je patrné, že strojní vybavení pracoviště pro dělení materiálu je značně zastaralé. Na obrázku 3 je vzorek uřezaný na pásové pile PP301S. Řezaným vzorkem byla kulatina o průměru 40 mm, materiál ocel 11373. Na levé straně obrázku je jednak viditelný otřep, což není zásadní problém. Hlavním problémem u pily PP301S je nedodržení kolmosti řezu.



Obr. 3 Uřezaný vzorek z pily PP301S

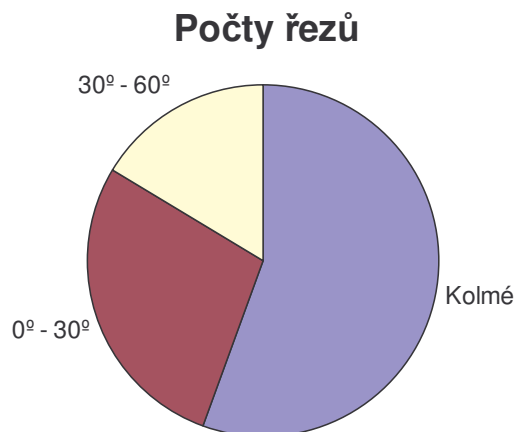
Pro sledování zmetkovitosti jsem zvolil rozpis přípravy výroby na výrobu 7 kusů girlandových a 5 kusů příhradových vazníků viz příloha č. 6. Poměr zpracovávaných materiálů jsem shrnul v tabulce 4. U tohoto rozpisu jsem spočítal počet řezů jak rovných, tak i pod úhlem a vše jsem shrnul v grafu 4 a tabulce 5. Z této tabulky je také patrné, že téměř polovina řezů je prováděna pod úhlem, což je možno provádět pouze u pásové pily PP301S. U této pily však chybí automatické natáčení ramene pily do úhlu, proto se musí úhly řezu nastavovat ručně, tímto se značně prodlužují časy, po které je materiál zpracováván na pile.

Tab. 4 Poměr materiálů na sledovaném rozpisu

Typ materiálu	Hmotnost [t]	Hmotnost [%]
Profily	3,53	85,1%
Plechy	0,62	14,9%
Celkem	4,15	100,0%

Tab. 5 Počty řezů

Počet řezů		
Kolmé	190	řezů
0° - 30°	96	řezů
30° - 60°	56	řezů
Celkový počet	342	řezů



Graf 4 Počty řezů

Ve spolupráci s obsluhou strojů jsem stanovil počet zmetků, které jsem shrnul v tabulce 6. V drtivé většině se jednalo o zmetky opravitelné, protože zmetky byly podřezány do plusových hodnot.

Tab. 6 Zmetkovitost

Zmetkovitost			
Správné řezy	314	91,8%	řezů
Zmetky	28	8,2%	řezů
Celkový počet	342	100,0%	řezů

Počet řezů na jednu tunu zpracovávaných profilů p_{1t} vypočtu dle vzorce

$$p_{1t} = \frac{p_{\check{r}}}{m_{pr}} \cdot \varphi_{opr} \quad (1)$$

Kde:

$p_{\bar{r}}$ je celkový počet řezu viz tabulka 5

m_{pr} je hmotnost profilů na sledovaném rozpisu $m_{pr} = 3,53 t$ viz tabulka 4

φ_{opr} je opravný součinitel zahrnující různorodost konstrukcí $\varphi_{opr} = 0,6$

$$p_{lt} = \frac{p_{\bar{r}}}{m_{pr}} \cdot \varphi_{opr} = \frac{342}{3,53} \cdot 0,6 = 58 \text{ řezů}$$

Finanční roční náklady na opravy zmetku N_{opr} vypočtu dle vzorce

$$N_{opr} = m_p \cdot p_z \cdot p_{lt} \cdot t_{opr} \cdot N_h \quad (2)$$

Kde:

m_p je hmotnost zpracovávaných profilů za rok $m_p = 2\,165 t$ viz tabulka 3

p_z je procento zmetků $p_z = 8,2 \% = 0,082$ viz tabulka 6

p_{lt} je počet řezů na jednu tunu profilů viz tabulka 5

t_{opr} je průměrný čas potřebný na opravu zmetku $t_{opr} = 3 \text{ min} = 0,05 h$

N_h jsou celkové náklady (mzdové a režijní) na hodinu práce $N_h = 310 \text{ Kč}$

$$N_{opr} = m_p \cdot p_z \cdot p_{lt} \cdot t_{opr} \cdot N_h = 2165 \cdot 0,082 \cdot 58 \cdot 0,05 \cdot 310 = 160\,600 \text{ Kč}$$

Výpočet finančních ročních nákladů na opravy zmetku jsem provedl tak, že jsem nejprve spočetl počet řezů na jednu tunu profilů. Ten jsem z důvodu objektivit vynásobil opravným koeficientem, protože se jedná o výrobně náročnější dílce, tento počet jsem poté vynásobil celkovou hmotností zpracovávaných profilů, procentem zmetků a časem na opravu zmetků. Těchto důvodů musí po každém řezu následovat kontrola délky a kolmosti, v případě nepřesností následuje jejich oprava v podobě pracného, finančně a časově náročného ručního broušení. U kotoučové pily 8G 661 problém kolmosti řezu není, ale pila naproti tomu trpí vysokými vibracemi, což má za následek časté délkové nepřesnosti.

2.4.2 Porovnání průběžných dob výroby

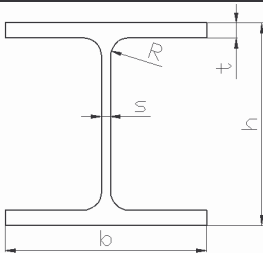
Pro porovnání průběžných dob výroby na stávajícím a předpokládaném novém zařízení jsem zvolil výrobkového představitele HEB 200 délky 4000 mm řezaného na obou koncích pod úhlem 50° viz obr. 4. Charakteristika výrobkového představitele je v tabulce 7.



Obr. 4 Náčrt výrobkového představitele HEB 200

Časy pro stávající technologii jsem naměřil na pásové pile PP301S. Pro předpokládanou novou technologii jsem časy naměřil u kooperující firmy, která vlastní obdobné zařízení. Naměřené hodnoty průběžných dob výroby výrobkového představitele jsem shrnul v tabulce 8 a 9. Časová úspora je téměř 40% a je znázorněna v grafu 5.

Tab. 7 Charakteristika výrobkového představitele

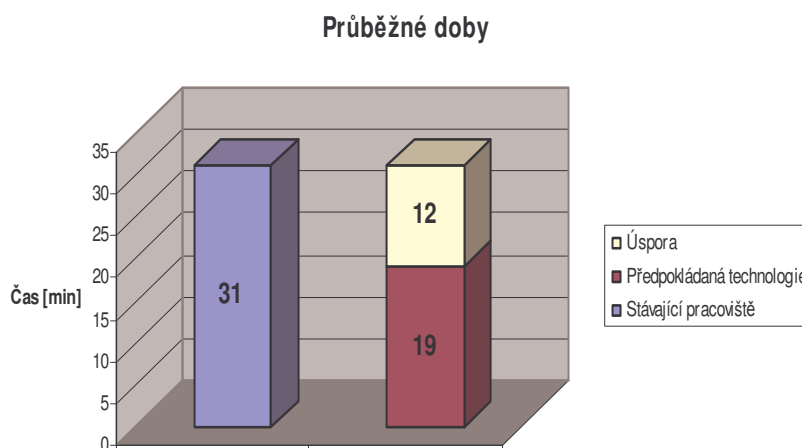
Výrobkový představitel		
Typ	HEB 200	
Norma	DIN 1025	
Ocel	S235JRG2	
Délka [mm]	4000	
Jednotková hmotnost [kg/m]	61,3	
Celková hmotnost [kg]	245,2	
Rozměry [mm]		
	b	200
	h	200
	s	9
	t	15
	R	18

Tab. 8 Průběžná doba výroby na stávajícím zařízení

Pořadí operace	Úkon	Naměřený čas [s]
10	Naložení materiálu na válečkovou dráhu	110
20	Posun materiálu	20
30	Rýsování	140
40	Nastavení pily	150
50	Ustavení a upnutí materiálu	60
60	Řezání	440
70	Odstranění odřezku	10
80	Uvolnění, posun	40
90	otočení	110
100	Posun, ustavení a upnutí	80
110	Řezání	440
120	Uvolnění a posun materiálu	30
130	Rozměrová kontrola	100
140	Posun materiálu	20
150	Vyložení materiálu z válečkové dráhy	110
Σ [s]		1 860
Σ [min]		31

Tab. 9 Průběžná doba výroby na předpokládaném zařízení

Pořadí operace	Úkon	Naměřený čas [s]
10	Naložení materiálu na válečkovou dráhu	100
20	Naprogramování pily	60
30	Automatický posun, naměření a upnutí	100
40	Řezání	270
50	Odstranění odřezku	10
60	Automatické uvolnění posun, naměření a upnutí	100
70	Řezání	270
80	Posun materiálu	10
90	Rozměrová kontrola	120
100	Vyložení materiálu z válečkové dráhy	100
Σ [s]		1 140
Σ [min]		19



Graf 5 Grafické vyjádření průběžných dob

2.4.3 Kapacita pracoviště

Cílem kapacitního výpočtu je určit využití pracoviště popřípadě strojů a jejich potřebný počet. Při výpočtu vycházím z naměřených průběžných dob výroby. Do výpočtu efektivního časového fondu dělníka jsem nezahrnul dny dovolené a dny dnů pracovní neschopnosti a obecných překážek v práci, protože obě dvě směny mají pro tyto případy zaučeny náhradní obsluhy strojů.

Efektivní časový fond dělníka E_{de} vypočtu dle vzorce [7]

$$E_{de} = D_r - A - B - C - G \quad (3)$$

Kde:

D_r je počet dnů v roce $D_r = 365 \text{ dnů}$

A je počet dnů sobot a nedělí $A = 104 \text{ dnů}$

B je počet dnů placených svátků $B = 11 \text{ dnů}$

C je počet dnů dovolené $C = 0 \text{ dnů}$

G je počet dnů pracovní neschopnosti a obecných překážek v práci $G = 0 \text{ dnů}$

$$E_{de} = D_r - A - B - C - G = 365 - 104 - 11 - 0 - 0 = 250 \text{ dnů / rok}$$

Využitelnou kapacitu pracoviště na jednu směnu E_{se} vypočtu dle vzorce [7]

$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right) \quad (4)$$

Kde:

h je počet pracovních hodin za směnu $h = 8 \text{ hodin}$

s je směnnost pracoviště $s = 1$

g je počet vzájemně zaměnitelných pracovišť $g = 2$

z je počet % nevyhnutelných časových ztrát, volím $z = 10 \%$ [4]

$$E_{se} = E_{de} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right) = 250 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 2 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 3\,600 \text{ hod / rok}$$

Počet kusů vyrobených za rok n vypočtu dle vzorce

$$n = \frac{m_p}{m_v} \quad (5)$$

Kde:

m_p je hmotnost ročně zpracovávaných profilu je $m_p = 2\,165 \text{ t}$ viz tabulka 3

m_v je hmotnost výrobkového představitele $m_v = 245,2 \text{ kg} = 0,2452 \text{ t}$ viz tabulka 7

$$n = \frac{m_p}{m_v} = \frac{2\,165}{0,2452} = 8\,829 \text{ ks}$$

Kapacitní výpočet vytížení strojů P vypočtu dle vzorce [7]

$$P = \frac{n \cdot t_1}{60 \cdot S_s \cdot E_{se}} \quad (6)$$

Kde:

t_1 je skutečná průběžná doba výroby $t_1 = 31 \text{ min}$ viz tabulka 8

S_s je zvolená směnnost

$$P = \frac{n \cdot t_1}{60 \cdot S_s \cdot E_{se}} = \frac{8\,829 \cdot 31}{60 \cdot 2 \cdot 3\,600} = 0,63 = 63 \%$$

Vypočtená hodnota využití je pouze přibližná, protože řezy pod úhlem je možno provádět pouze u pásové pily PP301S, která je také daleko více využívaná. Z vypočtené hodnoty využití je také zřejmé, že na požadované množství výroby by jedno zařízení nestačilo.

3 Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků na výrobní proces.

3.1 Vyhodnocení analýzy

Jak je patrné z předchozího popisu oba stroje pro dělení materiálu nevyhovují požadované kvalitě přípravy výroby. Opravy zmetků jsou časově i finančně náročné. Proto bych společnosti FERRMON, spol. s r.o. doporučil odprodej nebo ekologickou likvidaci kotoučové pily 8G 661 a generální opravu původní pásové pily zahrnující:

- Výměnu veškerých vodících prvků.
- Opravu hydraulického systému pro posuv ramene do řezu.
- Vybavení pily mikronizérem (zařízení pro mazání a chlazení pilového pásu pomocí olejové mlhy).
- Vybavení pily laser linerem (osvětlení prostoru řezu s vyznačením čáry řezu).
- Vybavení pily automatickým napínacím systémem pilového pásu.



Obr. 5 Zařízení laser liner a mikronizér

Jako náhradu za kotoučovou pilu navrhuji koupi nové poloautomatické nebo automatické pásové pily. Vypočtené roční náklady na opravy zmetků výrazně ovlivní návratnost případné koupě nového zařízení. Výběrem této pily se zabývám v následujících kapitolách.

3.2 Důvody modernizace

Probíhající celosvětová hospodářská krize a sílící konkurence v odvětví výroby ocelových konstrukcí vede vrcholný management společnosti k úvahám na téma snížení nákladů a zvýšení produktivity práce. Dalším důvodem je zvyšování kvality výroby. Jako nejkritičtější místo se jeví právě pracoviště dělení materiálu.

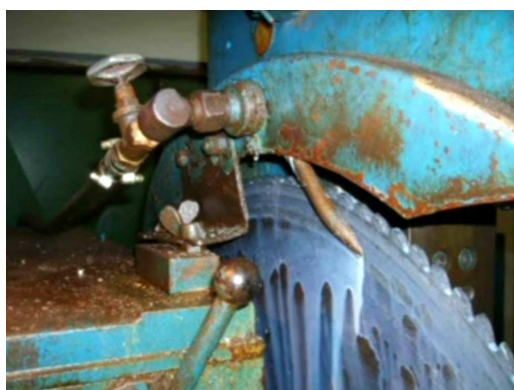


Graf 6 Objemy výroby v jednotlivých letech

Nevýhody pracoviště:

- Dlouhé časy řezání viz graf 5.
- Zastaralé strojní vybavení – kotoučová pila r.v. 1977.
- Velká ekologická zátěž – absence mikronizéru – úniky chladicí kapaliny viz obrázek 6.
- Nedostupnost náhradních dílů a pilových kotoučů.
- Vysoká spotřeba elektrické energie viz příloha č. 4.
- Vysoké náklady na vytápění – válečková dráha vyčnívá ven z budovy – úniky tepla viz obrázek 7.
- Absence jeřábu na pracovišti – komplikovaná doprava materiálu.
- Nedostatečné rozměry pracoviště viz obrázek 7.

- Nedostatečný řezný rozsah – 305 x 360 mm.
- Nedostatečný rozsah řezání pod úhlem – jen u pásové pily 60° a pouze v jednom směru.
- Absence automatického délkového měřidla - dlouhé vedlejší časy.
- Absence nonia pro odměřování úhlů.
- Pracná ruční manipulace.
- Časté délkové nepřesnosti a nekvalitní řezy výstupního materiálu.



Obr. 6 Úniky chladicí emulze

Všechny tyto nedostatky jsou impulsem pro modernizaci pracoviště pro dělení materiálu. Již došlo k odkupu haly stojící v areálu firmy FERRMON, spol. s r.o. od kooperující firmy, která zde byla na tomto pozemku v dlouhodobém pronájmu. Hala je vybavena mostovým jeřábem o nosnosti 5 t. Přestavbou této haly o rozměrech 18,7x30,9 m se uvolnily prostory pro nové pracoviště pro dělení materiálu. Demolicí původní budovy by taktéž došlo k vítanému rozšíření skladovacích prostor.



Obr. 7 Budova pracoviště na dělení materiálu

3.3 Požadavky na nové zařízení

Analýzou výrobního programu firmy a konzultací s vedoucími pracovníky výroby a přípravy výroby byly stanoveny přibližné požadované parametry nového zařízení a to:

- Řezný rozsah kolem 350 mm v průměru.
- Co největší rozsah řezných úhlů.
- Poháněný dopravník 12 m před a 12 m za strojem.
- Automatické odměřovací zařízení.
- Co nejmenší příkon stroje – není možnost zvýšení přívodu elektrického proudu do firmy.
- Blízkost servisního zastoupení.

Ve spolupráci s vedoucím výroby bylo osloveno pět firem zabývajících se prodejem pásových pil. Při prvotní analýze obdržených nabídek těchto firem byly vyřazeny tři nabídky z důvodu jednak nevyhovujících parametrů a dále nepřiměřeně vysoké ceně. Jedna firma zaslala nabídky na dvě zařízení výrobců, které zastupuje. Zbývající tři nabídky jsem podrobil hlubšímu rozboru jak podle technický parametrů tak i finančního hlediska. Z důvodu zachování obchodního tajemství neuvádím názvy společností. Jednotlivé nabídky jsem pojmenoval **Nabídka 1, 2 a 3**.

3.3.1 Stručný popis strojů

Všechny tři stroje jsou podobné konstrukce. Jde o poloautomatické pásové pily. Základem stojí ocelolitinový podstavec, ve kterém jsou ukotveny dva sloupy s tvrdochromovaným povrchem, po kterých je vedeno rameno stroje. Vedení pilového pásu je realizováno pomocí tvrdokovových destiček. Všechny tři stroje lze vybavit automatickým odměřovacím zařízením. Jednotlivé stroje se liší, cenou technickými parametry, standardní a nadstandardní výbavou. Jejich popisem se zabývám v následujících kapitolách.

3.3.2 Nabídka 1

Standardní vybavení

- Možnost úhlových řezů 45° na obě strany
- Centrální mazání vodících sloupů, tvrzené upínací plochy svěráku
- Motorický svěrák se samosvorným šroubem z chromované oceli
- Elektronický invertor 35-70 *m/min*
- Dynamometrické napínání pásu s kontrolou napnutí pásu a čidlem pro zastavení stroje při jeho případném prasknutí
- Používaný systém vodítek pilového pásu využívá tvrdokovových destiček ve spojení s ložisky a tím výrazně prodlužuje životnost pásu
- Elektrický čistící kartáč
- Chladicí systém
- Osvětlení prostoru řezu s vyznačením čáry řezu (laser liner)
- Hydraulický systém se samočinnou regulací rychlosti řezu
- Elektrické ovládání na 24 V

Nadstandardní vybavení

- Nastavování úhlu elektrickým motorem
- Zařízení pro řezání ve svazcích

Výrobce

Itálie 

Cena stoje

1. Pila	658 000 Kč
2. Nastavování úhlů el. motorem	29 600 Kč
3. Vstupní dopravník 12 <i>m</i>	271 000 Kč
4. Výstupní dopravník 12 <i>m</i> včetně dorazu	489 000 Kč
5 Ovládání dopravníků včetně stop tlačítek	45 400 Kč
Celková cena	1 493 000 Kč

V ceně stroje je započteno:

- Zprovoznění stroje
- Odzkoušení stroje
- Zaškolení obsluhy
- Návod k obsluze v českém jazyce

V ceně stroje není započteno:

- Doprava stroje
- Balné stroje
- Paušální část nákladů na zprovoznění
- Dopravné a ztráta času montéra na cestě

Vzdálenost servisního zastoupení je 350 km.

Tab. 10 Parametry pily nabídky 1

Maximální řezný rozsah		
Natáčení pily +	45	°
Natáčení pily -	45	°
Kruhový průřez	500	mm
Čtvercový průřez	430 x 430	mm
Obdélníkový průřez	430 x 700	mm
Kruhový průřez v úhlu + 45°	400	mm
Čtvercový průřez v úhlu + 45°	400 x 400	mm
Obdélníkový průřez v úhlu + 45°	430 x 400	mm
Kruhový průřez v úhlu - 45°	300	mm
Čtvercový průřez v úhlu - 45°	300 x 300	mm
Obdélníkový průřez v úhlu - 45°	430 x 300	mm
Příkon		
Celkový příkon	5,95	kW
Pilový pás		
Bimetalový pás	5 450 x 41 x 1,3	mm
Rychlost pilového pásu	35 - 70	m*min ⁻¹
Rozměry, hmotnost		
Délka x šířka x výška	2 700 x 1 300 x 2300	mm
Výška pracovní úrovně nad podlahou	800	mm
Hmotnost	2 550	kg

3.3.3 Nabídka 2

Standardní vybavení

- Možnost úhlových řezů 60° na obě strany
- Rameno vedení pásu spojené s čelistí speciálně tvarovaného svěráku zajišťuje vždy minimální odstup mezi materiálem a vedením pásu
- Regulátor upínací síly svěráku
- Automatická regulace přítlaku do řezu
- Natáčení ramene pily pomocí hydrauliky
- Dialogové CNC řízení s textovou diagnostikou stroje na čtyřřádkovém displeji
- Volně umísitelný ovládací panel

Nadstandardní vybavení

- Frekvenční měnič 20 – 120 *m/min*
- Laser liner
- Micronizér 24 V
- Hydraulický ukazatel napnutí pilového pásu výšky 34 *mm*
- Halogenové osvětlení pracovního prostoru
- Tenzomat – na měření napnutí pilového pásu

Výrobce

Česká Republika 

Cena stroje

1. Pila	411 000 Kč
2. Frekvenční měnič, laser liner	34 000 Kč
3. Mikronizér, Halogenové osvětlení	18 000 Kč
4. Vstupní dopravník 12 <i>m</i>	303 000 Kč
5. Výstupní dopravník 12 <i>m</i> včetně dorazu	532 000 Kč
6. Ovládání dopravníků včetně stop tlačítek	36 000 Kč
Celková cena	1 334 000 Kč

V ceně stroje je započteno:

- Zprovoznění stroje
- Odzkoušení stroje
- Doprava stroje včetně balného
- Zaškolení obsluhy
- Návod k obsluze v českém jazyce

Vzdálenost servisního zastoupení je 10 km.

Tab. 11 Parametry pily nabídky 2

Maximální řezný rozsah		
Natáčení pily +	60	°
Natáčení pily -	60	°
Kruhový průřez	340	mm
Čtvercový průřez	340 x 340	mm
Obdélníkový průřez	615 x 340	mm
Kruhový průřez v úhlu $\pm 45^\circ$	340	mm
Čtvercový průřez v úhlu $\pm 45^\circ$	340 x 340	mm
Obdélníkový průřez v úhlu $\pm 45^\circ$	400 x 340	mm
Kruhový průřez v úhlu $\pm 60^\circ$	260	mm
Čtvercový průřez v úhlu $\pm 60^\circ$	260 x 260	mm
Obdélníkový průřez v úhlu $\pm 60^\circ$	260 x 340	mm
Příkon		
Celkový příkon	4,8	kW
Pilový pás		
Bimetalový pás	5 360 x 34 x 1,1	mm
Rychlost pilového pásu	20 - 120	m*min ⁻¹
Rozměry, hmotnost		
Délka x šířka x výška	3 250 x 2 610 x 2 100	mm
Výška pracovní úrovně nad podlahou	760	mm
Hmotnost	1 705	kg

3.3.4 Nabídka 3

Standardní vybavení

- Možnost úhlových řezů -60° a $+45^{\circ}$
- Micronizér
- Regulátor upínací síly svěráku
- Automatická regulace přítlaku do řezu
- Kontrola rychlosti ramene a tlaku řezání
- Nastavení vedení pilového pásu po obou stranách
- Natáčení ramene pily pomocí hydrauliky
- Manuální nebo CNC řízení

Nadstandardní vybavení

- Vybavení stroje pilovým pásem o rozměru 5 920 x 41 x 1,3 mm
- Laser liner
- Hydraulické napínání pilového pásu

Výrobce

Španělsko 

Cena stroje

1. Pila	1 066 000 Kč
2. Laser liner	17 900 Kč
3. Vstupní dopravník 12 m	267 000 Kč
4. Výstupní dopravník 12,1 m včetně dorazu	445 000 Kč
Celková cena	1 795 900 Kč

V ceně stroje je započteno:

- Zprovoznění stroje
- Odzkoušení stroje
- Zaškolení obsluhy
- Návod k obsluze v českém jazyce

V ceně stroje není započteno:

- Doprava stroje
- Balné stroje
- Paušální část nákladů na zprovoznění
- Dopravné a ztráta času montéra na cestě

Vzdálenost servisního zastoupení je 350 km.

Tab. 12 Parametry pily nabídky 3

Maximální řezný rozsah		
Natáčení pily +	45	°
Natáčení pily -	60	°
Kruhový průřez	400	mm
Čtvercový průřez	400 x 400	mm
Obdélníkový průřez	540 x 400	mm
Kruhový průřez v úhlu $\pm 45^\circ$	300	mm
Čtvercový průřez v úhlu $\pm 45^\circ$	300 x 300	mm
Obdélníkový průřez v úhlu $\pm 45^\circ$	300 x 400	mm
Kruhový průřez v úhlu - 60°	200	mm
Čtvercový průřez v úhlu - 60°	200 x 200	mm
Obdélníkový průřez v úhlu - 60°	200 x 400	mm
Příkon		
Celkový příkon	6,25	kW
Pilový pás		
Bimetalový pás	5 920 x 34 x 1,1	mm
Rychlost pilového pásu	12 - 120	m*min ⁻¹
Rozměry, hmotnost		
Délka x šířka x výška	3 280 x 1 960 x 2 215	mm
Výška pracovní úrovně nad podlahou	900	mm
Hmotnost	3 940	kg

3.3.5 Shrnutí základních parametrů

Tab. 13 Základní parametry

Parametry	Nabídka 1	Nabídka 2	Nabídka 3	Jednotky
Maximální řezný obdélník	430 x 700	340 x 615	400 x 540	mm
Maximální řezný průměr	500	340	400	mm
Maximální řezný čtverec	430 x 430	340 x 340	400 x 400	mm
Rozsah řezání po úhlem	±45	±60	+45, -60	°
Spotřeba elektrické energie	5,95	4,8	6,25	kW
Rychlost pilového pásu	35 - 70	15 - 120	12 - 120	m*min ⁻¹
Výrobce	Itálie	Česká rep.	Španělsko	-
Cena	1 493 000	1 334 000	1 795 900	Kč
Laser Liner v zakl. vybavení	Ano	Ne	Ne	-
Automat. natáčení v zakl. vybavení	Ne	Ano	Ano	-



Obr. 8 Poloautomatická pásová pila

3.4 Vyhodnocení variant vícekritériálním hodnocením

3.4.1 Výběr kritérií pro srovnání variant

Vyhodnocení variant proběhne na základě kritérií, uvedených v tabulce 14, která jsem zvolil ve spolupráci s vedoucím výroby.

Typy kritérií:

- Typ výnosy – čím větší hodnota tím lépe (například výkon, zisk životnost). [6]
- Typ náklady – čím menší hodnota tím lépe (například ztráty, provozní náklady). [6]

Tab. 14 Zvolená kritéria

Číslo Kritéria	Kritérium	Nabídka 1	Nabídka 2	Nabídka 3	Jednotky	Typ kritéria
1	Maximální plocha řezného obdélníku	301 000	209 100	216 000	mm^2	výnos
2	Maximální řezaný průměr	500	340	400	mm	výnos
3	Rozsah rychlosti pilového pásu	35	105	108	$m \cdot min^{-1}$	výnos
4	Rozsah natáčení ramene	90	120	105	°	výnos
5	Cena	1 493 000	1 334 000	1 795 900	Kč	náklad
6	Příkon	5,95	4,8	6,25	kW	náklad
7	Hmotnost	2550	1705	3940	kg	náklad

3.4.2 Trojúhelníková tabulka párů

Z dostupných metod jsem pro stanovení koeficientů významnosti zvolil metodu porovnávání v trojúhelníku párů. Ze zvolených sedmi kritérií jsem vytvořil trojúhelníkovou tabulku párů. Tabulku jsem jednou vyplnil osobně a dále jsem oslovil další čtyři zvolené experty: vedoucího výroby, mistra výroby, mistra přípravy a obsluhu stroje. Trojúhelníkové tabulky párů jsou v přílohách č. 7, č. 8, č. 9, č. 10 a č. 11. Metoda spočívá v rozhodování experta vždy pouze mezi dvěma kritérii. Vybrané kritérium pak označí v tabulce zakroužkováním. Tento postup se opakuje až do vyplnění celé tabulky. Jednotlivým kritériím je pak přiřazeno tolik bodů, kolikrát jsou zakroužkovány v tabulkách. Pokud expert považuje dvě kritéria za stejně významná zakroužkuje obě, těm se pak přiřadí pouze 0,5 bodu. Koeficient významnosti jednotlivých kritérií se pak stanoví jako průměrný počet bodů připadajících jednotlivým kritériím viz tabulka 16.

Počet kombinací N trojúhelníkové tabulky párů vypočtu dle vzorce [6]

$$N = \frac{m \cdot (m-1)}{2} \quad (7)$$

Kde:

m je počet vybraných kritérií

$$N = \frac{m \cdot (m-1)}{2}$$

$$N = \frac{m \cdot (m-1)}{2} = \frac{7 \cdot (7-1)}{2} = 21 \text{ kombinací}$$

Bodové hodnocení jednotlivých expertů jsem shrnul v tabulce 15. Je zřejmé že nejvíce bodů získalo kritérium č.4 rozsah natáčení ramene.

Tab. 15 Hodnocení expertů

Číslo Kritéria	Expert 1 Diplomant	Expert 2 Ved. výroby	Expert 3 Mistr výroby	Expert 4 Mistr přípravy	Expert 5 Obsluha	Σ
1	4	2	3,5	3,5	4	17
2	4	2	2	3	3	14
3	1	2	1	4,5	4	12,5
4	6	5,5	6	6	6	29,5
5	3	5,5	4	3	3	18,5
6	2	2,5	3,5	1	1	10
7	1	1,5	1	0	0	3,5

Koeficient významnosti jednotlivých kritérií B_j vypočtu dle vzorce [6]

$$B_j = \frac{\sum_{k=1}^p \gamma_{kj}}{p} \quad (8)$$

Kde:

p je počet expertů

γ_{kj} je počet bodů přiřazených k -tým expertem j -tému kritériu

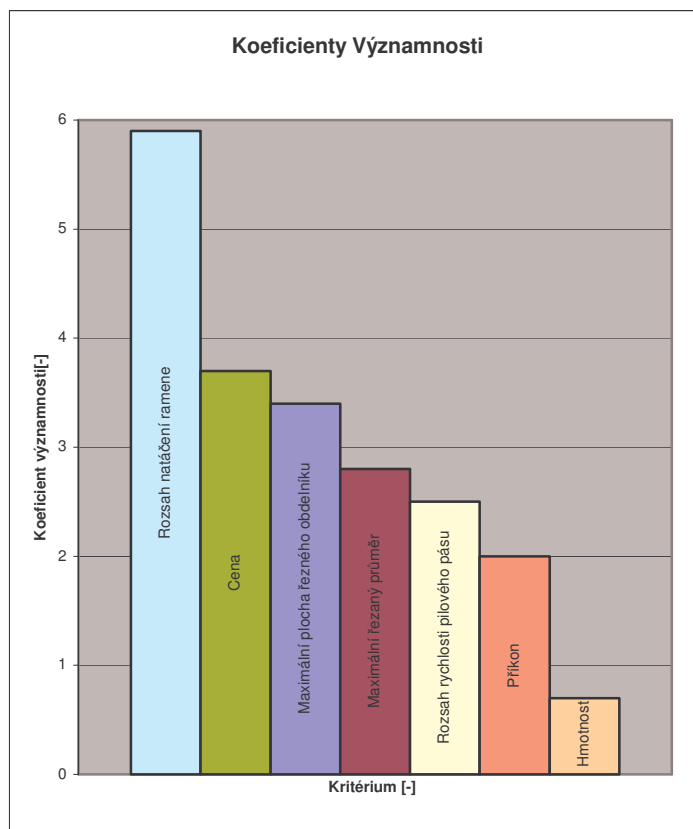
Příklad výpočtu koeficientu významnosti kritéria 1

$$B_1 = \frac{\sum_1^p \gamma_{k1}}{p}$$

$$B_1 = \frac{\sum_1^p \gamma_{k1}}{p} = \frac{\sum_1^5 \gamma_{k1}}{5} = \frac{4 + 2 + 3,5 + 3,5 + 4}{5} = 3,4$$

Tab. 16 Koeficienty významnosti

Číslo Kritéria	Kritérium	Koeficient významnosti
1	Maximální plocha řezného obdélníku	3,4
2	Maximální řezaný průměr	2,8
3	Rozsah rychlosti pilového pásu	2,5
4	Rozsah natáčení ramene	5,9
5	Cena	3,7
6	Příkon	2
7	Hmotnost	0,7



Graf 7 Pořadí důležitosti kritérií

3.4.3 Vícekriteriální rozhodování bazickou metodou

Vzhledem k tomu že porovnávám kritéria (parametry) zvolil jsem pro výběr vhodného stroje bazickou metodu. Její podstatou je vytvoření fiktivní varianty a porovnávání s uvažovanými variantami se zohledněním koeficientů významnosti. Hodnoty kritérií fiktivní varianty jsem vypočetl jako průměrné hodnoty kritérií jednotlivých variant. Vypočtené hodnoty fiktivní varianty jsou v tabulce 17.

Hodnoty kritérií fiktivní varianty h_{bj} vypočtu dle vzorce [6]

$$h_{bj} = \frac{1}{x} \cdot \sum_1^x h_{ij} \quad (9)$$

Kde:

x je počet variant

h_{ij} je hodnota i -te varianty j -tého kritéria

Příklad výpočtu fiktivní hodnoty kritéria 1

$$h_{b1} = \frac{1}{x} \cdot \sum_1^x h_{i1}$$

$$h_{b1} = \frac{1}{x} \cdot \sum_1^x h_{i1} = \frac{1}{3} \cdot (301\,000 + 209\,100 + 216\,000) = 242\,033 \text{ mm}^2$$

Tab. 17 Hodnoty fiktivní varianty

Číslo Kritéria	Kritérium	Nabídka 1	Nabídka 2	Nabídka 3	Fiktivní varianta	Jednotky	Typ kritéria
1	Maximální plocha řezného obdelníku	301 000	209 100	216 000	242 033	mm ²	výnos
2	Maximální řezaný průměr	500	340	400	413	mm	výnos
3	Rozsah rychlosti pilového pásu	35	105	108	83	m*min ⁻¹	výnos
4	Rozsah natáčení ramene	90	120	105	105	°	výnos
5	Cena	1 493 000	1 334 000	1 795 900	1 540 967	kč	náklad
6	Příkon	6	5	6	6	kW	náklad
7	Hmotnost	2 550	1 705	3 940	2 732	kg	náklad

Dílčí porovnání z_{ij} všech variant s variantou bazickou pro kritéria typu náklady provedu dle vzorce [6]

$$z_{ij} = \frac{h_{bj}}{h_{ij}} \cdot B_j \quad (10)$$

Příklad dílčího porovnání kritéria 5 cena nabídky 1 s fiktivní variantou

$$z_{15} = \frac{h_{b5}}{h_{i15}} \cdot B_5 = \frac{1540\,967}{1\,493\,000} \cdot 3,7 = 3,82$$

Dílčí porovnání z_{ij} všech variant s variantou bazickou pro kritéria typu výnos vypočtu dle vzorce [6]

$$z_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_{bj}} \cdot B_j \quad (11)$$

Příklad dílčího porovnání kritéria 1 maximální plocha řezného obdélníku nabídky 1 s fiktivní variantou

$$z_{11} = \frac{h_{11}}{h_{b1}} \cdot B_1 = \frac{301\,000}{242\,033} \cdot 3,4 = 4,23$$

Relativní užitnost s_i varianty určím jako součet z_{ij} , vypočtené hodnoty jsou v tabulce 17.

Tab. 18 Bazická metoda

Číslo Kritéria	Nabídka 1	z_{1j}	Nabídka 2	z_{2j}	Nabídka 3	z_{3j}	Fiktivní varianta	Jednotky	B_j	Typ kritéria
1	301 000	4,23	209 100	2,94	216 000	3,03	242 033	mm^2	3,4	výnos
2	500	3,39	340	2,30	400	2,71	413	mm	2,8	výnos
3	35	1,06	105	3,18	108	3,27	83	$m \cdot min^{-1}$	2,5	výnos
4	90	5,06	120	6,74	105	5,90	105	g	5,9	výnos
5	1 493 000	3,82	1 334 000	4,27	1 795 900	3,17	1 540 967	$kč$	3,7	náklad
6	5,95	1,90	4,8	2,36	6,25	1,81	6	kW	2	náklad
7	2 550	0,75	1 705	1,12	3 940	0,49	2 732	kg	0,7	náklad
s_i		20,20		22,92		20,38				

Největší hodnotu relativní užitnosti má pila **nabídky 2**.

3.5 Návratnost investice

Při výpočtu návratnosti předpokládané investice vycházím z naměřených průběžných dob výroby výrobkového představitele HEB 200, pro původní technologii $t_1 = 31 \text{ min} = 0,52 \text{ h}$ a novou technologii $t_2 = 19 \text{ min} = 0,32 \text{ h}$ viz kapitola 3.1. Celkové náklady (mzdové a režijní) na hodinu práce jsou $N_h = 310 \text{ Kč}$. Výpočet provedu pro dvě varianty. Jednou pouze pro nákup pily nabídky 2 a podruhé připočtu k ceně pily ještě cenu generální opravy druhé pásové pily.

Dobu návratnosti investice Tn pouze pro nákup pily vypočtu dle vzorce [5]

$$Tn = \frac{J}{N_1 - N_2} \quad (12)$$

Kde

J je jednorázový náklad

N_1 jsou roční náklady na výchozí stav

N_2 jsou roční náklady navrhovaného stavu

$$Tn = \frac{J}{N_1 - N_2} = \frac{J}{p \cdot N_h \cdot t_1 - p \cdot N_h \cdot t_2} = \frac{1\,334\,000}{8\,829 \cdot 310 \cdot 0,52 - 8\,829 \cdot 310 \cdot 0,32}$$

$$Tn = 2,4 \text{ roky}$$

Dobu návratnosti investice s generální opravou Tn_1 vypočtu dle vzorce [5]

Jednorázové náklady J_1 zde zvýším o odhadovanou cenu generální opravy druhé pásové pily 300 000 Kč

$$Tn_1 = \frac{J_1}{N_1 - N_2} \quad (13)$$

$$Tn_1 = \frac{J_1}{N_1 - N_2} = \frac{J_1}{p \cdot N_h \cdot t_1 - p \cdot N_h \cdot t_2} = \frac{1\,334\,000 + 300\,000}{8\,829 \cdot 310 \cdot 0,52 - 8\,829 \cdot 310 \cdot 0,32}$$

$$Tn_1 = 3 \text{ roky}$$

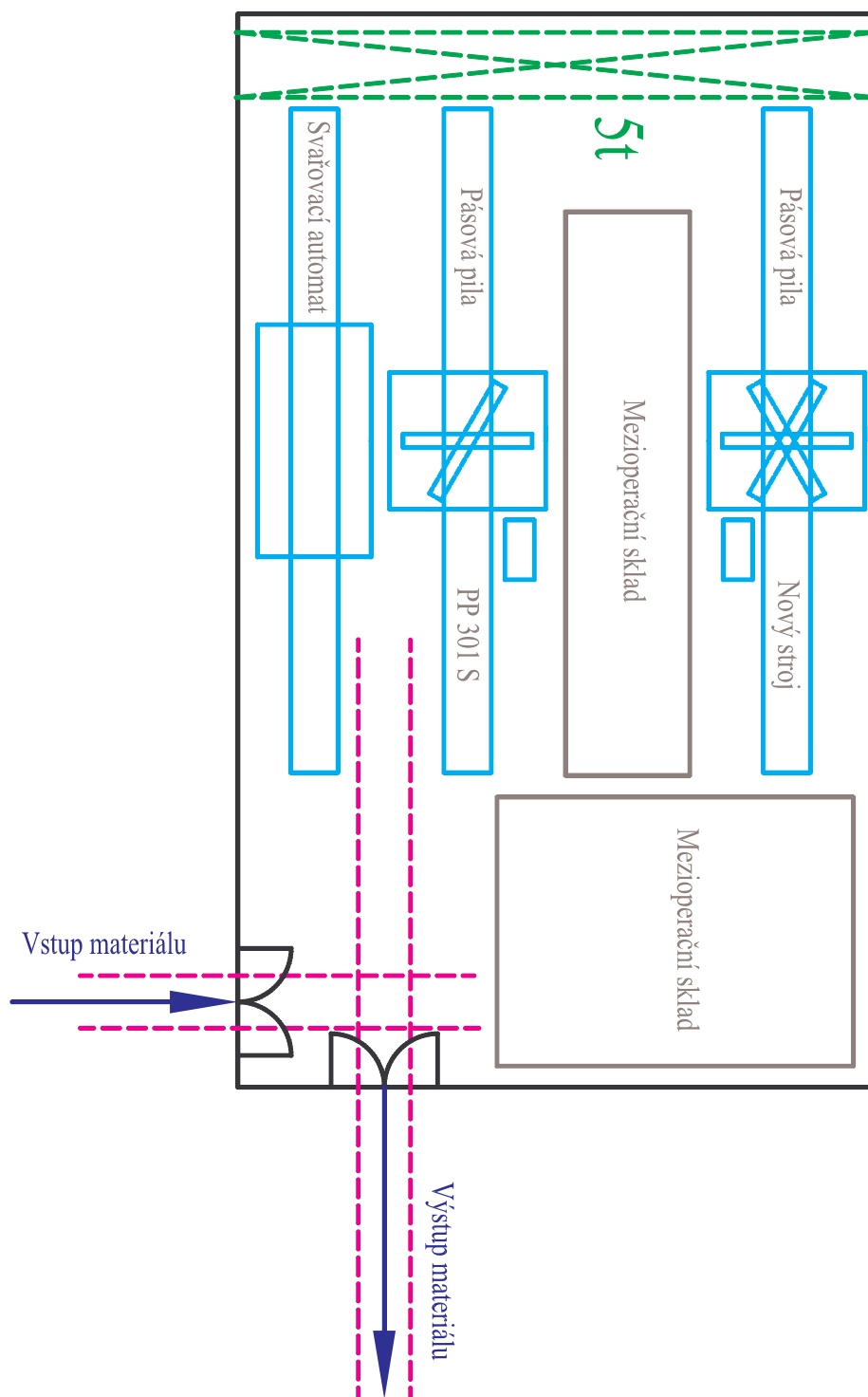
4 Vlastní návrh technologické dispozice.

Navržení dispozičního řešení je prvotně ovlivněno rozměry haly 18,7 x 30,9 m, kde v příčném směru by nebylo možno řezat materiály 12 – 13 m a byla by ztížená manipulace z důvodu umístění původního mostového jeřábu s nosností 5 t v podélném směru. Proto jsem volil podélné umístění strojů. Dalším limitujícím prvkem jsou také ovládací prvky pil. U původní pily PP301S je ovládací panel součástí stroje a nelze ho přesunout. Předpokládaná nová pila má ovládací panel řešen jako externí zařízení, které je propojeno s pilou pomocí komunikačních kabelů, a lze jej tedy umístit libovolně v závislosti na délce kabeláže. Stroj je nutno rozmístit tak aby vznikl prostor pro mezisklady vstupního i výstupního materiálu. Důležitá je také minimalizace materiálového toku.

V navrženém dispozičním řešení také zvažuji přemístění svařovacího poloautomatu na stavené nosníky typu U, I a T z nové haly přípravy právě na nové pracoviště pro dělení materiálu. U těchto nosníků je svařování prováděno s přídavkem a poté dochází k řezání těchto polotovarů na přesné rozměry. Tímto eliminuji zbytečný materiálový tok těchto profilů. Také prostor nové haly přípravy, které tento poměrně málo používaný stroj zabírá, lze efektivněji využít k výrobním účelům.

Při návrhu umístění strojů je nutno přihlídnout k možnosti připojení navrhovaného pracoviště ke stávajícímu dopravnímu systému. Důležité jsou také rozvody elektrické energie, které budou provedeny z hlavního rozvaděče této haly, a přívodu tlakového vzduchu, který bude napojen na konec větve z vedlejší nové haly přípravy provedením pod cestou.

Návrh dispozičního řešení je na následující straně na obrázku č. 8



Obr. 9 Návrh dispozičního řešení

5 Zhodnocení navrženého řešení.

Na základě analyzovaných provozně ekonomických dat z minulých let navrhuji modernizaci pracoviště na dělení materiálu. Předpokládaná modernizace spočívá v přesunu části strojního vybavení do stávající haly a koupě jednoho nového stroje. Zároveň bych doporučil generální opravu přemístěného stroje. Výběr stroje jsem provedl bazickou metodou vícekritériálního rozhodování. Aplikováním metody porovnávání v trojúhelníku párů, jsem stanovil pořadí důležitosti kritérií. Paradoxně nebyla nedůležitějším kritériem cena, což bylo primárně ovlivněno výběrem hodnotících expertů. Největší hodnotu relativní užítosti má pila nabídky 2, pro kterou rovněž hovoří blízkost servisního zastoupení a nejnižší cena. Do navrženého dispozičního řešení jsem zahrnul i přesun svařovacího automatu z haly přípravy II do nové haly pro dělení materiálu. Tímto se uvolní v této hale prostory využitelné pro výrobu.

Výhody navrženého řešení:

- Úspora finančních prostředků vynaložených na opravy zmetku
- Blízkost servisního zastoupení nového stroje
- Efektivnější využití zastavěných a pracovních ploch
- Odstranění prodlev z důvodu častých poruch současných zařízení
- Vyšší efektivita práce
- Vyšší rychlost a kvalita výroby
- Krátká doba finanční návratnosti vzhledem k předchozím letům
- Rozšíření skladovacích ploch vzniklých likvidací staré budovy
- Snížení provozních nákladů (vytápění, údržba)
- Dostupnost náhradních dílů

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navržení nového pracoviště pro dělení materiálu ve společnosti FERRMON, spol. s r.o. Součástí mého návrhu je výběr stroje a dispozičního řešení nového pracoviště.

V první části jsem stručně uvedl základní teoretické podklady nezbytné pro řešení tohoto problému.

Druhá část obsahuje popis současného stavu, analýzu výrobního programu a dále také analýzu strojů pracoviště na dělení materiálu, s ohledem na kvalitu, kapacitu a rychlost výroby.

V třetí kapitole jsem se zabýval shromažďováním informací nezbytných pro následný výběr vhodného stroje. Výběr byl proveden vícekritériální metodou za pomoci pěti expertů. Výběr byl proveden ze tří nabízených variant.

Ve čtvrté kapitole se zabývám vhodným umístěním strojů v rámci dispozičního řešení haly s ohledem na původní umístění haly v objektu a její celkové uspořádání.

V poslední páté kapitole hodnotím mnou navržené řešení, shrnuji výhody navrženého řešení.

Vzhledem k celosvětové finanční krizi, která zasáhla také odvětví středně těžkého strojírenství je nutné očekávat celkově nižší objem výroby. S tím souvisí předpokladatelná menší využitelnost strojů a také delší návratnost případných investic, která byla stanovena na základě velkého objemu výroby z minulých let. Přesto doporučuji danou investici provést, protože řešení, které obsahuje i obnovu strojního vybavení, snižuje provozní i režijní náklady. Tímto se společnost stane konkurenceschopnější v tomto složitém období.

Seznam použité literatury

- [1] TOMEK G., VÁVROVÁ V. *Řízení výroby*, Praha: Grada Publishing, 2003, druhé rozšířené a doplněné vydání, 408 s., ISBN 80-7169-955-1
- [2] TOMEK G., VÁVROVÁ V. *Řízení výroby a nákupu*, Praha: Grada Publishing, 2007, první vydání, 384 s., ISBN 978-80-247-1479-0
- [3] ZELENKA A., KRÁL M., *Projektování výrobních systémů*, Praha: ČVUT, 1995, první vydání, 365 s., ISBN 80-01-01302-2
- [4] NOVÁK J., *Organizace a řízení*, Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2006, první vydání, 105 s., ISBN 80-248-1223-1
- [5] LÍBAL V. A KOLEKTIV., *Organizace a řízení výroby*, Praha: SNTL, 1989, šesté vydání, 560 s., ISBN 80-02-00050-5
- [6] ŠAJDLEROVÁ I., *Organizace a řízení, cvičení I.*, Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2003, 68 s., ISBN 80-248-0227-9
- [7] SMETANA J., *Projektování technologických pracovišť*, Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1990, první vydání, 195 s., ISBN 80-7078-033-9
- [8] *Ferrmon spol. s r.o.* [online]. 2005 [cit. 2009-04-6]. Dostupný z WWW: <<http://www.ferrmon.cz/>>.
- [9] *Nauka o podniku - NAP, NOP, NOPSZ - Topsid.com* [online]. 2007 [cit. 2009-04-10]. Dostupný z WWW: <<http://nop.topsid.com/>>.

Seznam příloh

- Příloha č. 1:** Schéma organizační struktury FERRMON, spol. s r.o.
- Příloha č. 2:** Dopravně situační plán FERRMON, spol. s r.o.
- Příloha č. 3:** Ukázky ocelových konstrukcí vyrobených FERRMON, spol. s r.o.
- Příloha č. 4:** Technické parametry kotoučové pily 8G661.
- Příloha č. 5:** Technické parametry pásové pily PP 301S.
- Příloha č. 6:** Sledování zmetkovitosti.
- Příloha č. 7:** Trojúhelníková tabulka párů expert č. 1 diplomant.
- Příloha č. 8:** Trojúhelníková tabulka párů expert č. 2 vedoucí výroby.
- Příloha č. 9:** Trojúhelníková tabulka párů expert č. 3 mistr výroby.
- Příloha č. 10:** Trojúhelníková tabulka párů expert č. 4 mistr přípravy výroby.
- Příloha č. 11:** Trojúhelníková tabulka párů expert č. 5 obsluha stroje.